

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.06 Надежность и диагностика космических систем

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

27.04.03 Системный анализ и управление

Направленность (профиль)

27.04.03.06 Основы проектирования космических аппаратов

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ канд.техн.наук, Профессор, Патраев Валерий Елисеевич

\_\_\_\_\_ должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является ознакомление с основами диагностики параметров бортовых систем, обеспечивающих надёжность функционирования таких сложных технических систем как космические аппараты в пределах заданного периода эксплуатации с целью формирования специалиста, способного прогнозировать, оценивать, устранять причины и смягчать последствия нештатной работы космических аппаратов, а также, способного разрабатывать проекты космических аппаратов, космических систем и их составных частей.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины является

- освоение современных методов диагностики сложных технических систем ракетно-космического производства;
- освоение методов и методик прогнозирования отказов технических систем.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- уметь выбирать и знать диагностические параметры для оценки работоспособности оборудования
- знать классификацию отказов оборудования по признакам деления, их причинно-следственную связь;
- усвоить методы контроля основных параметров технических систем;
- знать основные направления экспериментальных исследований оборудования РКТ, результаты которых позволяют создавать образцы нового поколения;
- разрабатывать методики экспериментальных исследований.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                    | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-1: Разработка проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей.</b>                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ПК-1.1: Использует базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении задач разработки проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей. | понимает и объясняет основы устройства космических аппаратов и космических систем; основы ракетно-космической техники; основы проектирования сложных систем объясняет основы проектирования КА; основы надёжности технических систем, критерии отказов технических систем. |

|                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1.2: Понимает принципы проектирования и эксплуатации сложных систем                                                                                                                    | умеет планировать работы по проектированию составных частей космических аппаратов и космических систем; анализировать опыт разработки и эксплуатации аналогичных изделий космической техники<br>формулирует цели и задачи обеспечения и диагностики надёжности систем; оценивает и прогнозирует показатели надёжности и безопасности систем; нормирует требования к надёжности технических систем. |
| ПК-1.3: Владеет методами и способами анализа технических характеристик космической техники                                                                                                | владеет навыками анализа технических характеристик космических аппаратов.<br>применяет методы анализа надёжности систем, методы оценки надёжности технологических систем, методы диагностики технического состояния.                                                                                                                                                                               |
| <b>ПК-2: Способен осуществлять разработку проектной документации на космические аппараты.</b>                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ПК-2.1: понимает и объясняет основные показатели надёжности КС и КА, основы параметрической надёжности приборов и машин, классификацию отказов ТС.                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ПК-2.2: формулирует цели проекта по созданию КА; разрабатывает технические задания на создание КА и СЧ в части надёжности; анализирует показатели надёжности и технического состояния КА. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ПК-2.3: применяет методы контроля параметров оборудования КА и систем, методы метрологического обеспечения диагностики, методы прогнозирования остаточного САС КА.                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>ПК-5: Способен применять методы математического анализа и сопровождать процесс подготовки изделий к испытаниям.</b>                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ПК-5.1: понимает и объясняет современные методы исследования, основы управления технологической надёжностью, законы распределения ВБР в задачах надёжности.                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                                                                                                              |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| ПК-5.2: применяет статистические оценки                                                                                                                      |  |
| законов распределения; определяет параметры распределения ВБР; проводит статистическую оценку законов распределения.                                         |  |
| ПК-5.3: использует методы качественного анализа надёжности и риска, применять методологию количественного анализа надёжности, методы оценки и расчета риска. |  |

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы                         | Всего,<br>зачетных<br>единиц<br>(акад. час) | е |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------|---|
|                                            |                                             | 1 |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b> | <b>1 (36)</b>                               |   |
| занятия лекционного типа                   | 0,5 (18)                                    |   |
| практические занятия                       | 0,5 (18)                                    |   |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> | <b>2 (72)</b>                               |   |
| курсовое проектирование (КП)               | Нет                                         |   |
| курсовая работа (КР)                       | Нет                                         |   |

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Контактная работа, ак. час.    |                          |                                           |                          |                                            |                          |                                     |                          |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| №<br>п/п                                                  | Модули, темы (разделы) дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Занятия<br>лекционного<br>типа |                          | Занятия семинарского типа                 |                          |                                            |                          | Самостоятельная<br>работа, ак. час. |                          |
|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                |                          | Семинары и/или<br>Практические<br>занятия |                          | Лабораторные<br>работы и/или<br>Практикумы |                          |                                     |                          |
|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Всего                          | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                     | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                      | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                               | В том<br>числе в<br>ЭИОС |
| <b>1. Надежность и диагностика технологических систем</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                |                          |                                           |                          |                                            |                          |                                     |                          |
|                                                           | 1. Тема 1: Элементы теории вероятностей для исследования надежности и прогнозирования техногенного риска. Вероятность как математическое понятие. Объективная вероятность. Частотная интерпретация вероятности. Субъективная вероятность. Сравнение двух подходов. Формулы для вычисления вероятностей. Способы генерирования полной группы событий. | 3                              |                          |                                           |                          |                                            |                          |                                     |                          |
|                                                           | 2. Тема 2: Система управления опасностями. Информационные системы. Функциональные системы управления опасностями.                                                                                                                                                                                                                                    | 3                              |                          |                                           |                          |                                            |                          |                                     |                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>3. Тема 3: Статистическая оценка законов распределения в задачах надежности. Генеральная совокупность, выбор из генеральной совокупности, статистические оценки: состоятельные, насыщенные, эффективные, достаточные. Определение неизвестных параметров распределения. Проверка гипотез. Критерий Колмогорова и другие.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| <p>4. Тема 4: Методы качественного анализа надежности и риска СЧ КС. Общий подход к анализу риска. Предварительный анализ опасностей. Анализ последствий отказов. Анализ опасностей с использованием графов. Анализ опасностей деревом причин потенциального ЧП. Анализ опасностей методом потенциальных отклонений. Анализ последствий аварий. Анализ ошибок операторов. Причинно-следственный анализ опасностей и другие методы. Алгоритмы анализа упражнения. Методы количественного анализа надежности и риска. Основные дискретные и непрерывные распределения и их применение к задачам определения надежности и риска СЧМС. Оценка и расчет риска. Основные формулы и соотношения. Применение нечетких множеств. Примеры расчетов.</p> | 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| <p>5. Тема 5: Элементы теории вероятностей для исследования надежности и прогнозирования техногенного риска. Вероятность как математическое понятие. Объективная вероятность. Частотная интерпретация вероятности. Субъективная вероятность. Сравнение двух подходов. Формулы для вычисления вероятностей. Способы генерирования полной группы событий.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4 |  |  |  |  |  |  |  |



|                                                                                                                                             |    |  |    |  |  |  |    |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|----|--|--|--|----|--|
| 6. Тема 1: Вычислить вероятность надежности по предложенной формуле.                                                                        |    |  | 3  |  |  |  |    |  |
| 7. Тема 2: Определить неизвестные параметры распределения надежности. Разработать лингвистическую шкалу для оценки показателей безопасности |    |  | 3  |  |  |  |    |  |
| 8. Тема 3: Сделать анализ понятия генеральная совокупность и написать формулу оценки параметров распределения времени безотказной работы    |    |  | 4  |  |  |  |    |  |
| 9. Тема 4: Разработать требования к безопасности в ТЗ на технические системы и составные части и методы выполнения данных требований.       |    |  | 4  |  |  |  |    |  |
| 10. Тема 5: Провести априорный проект анализа (расчета) надёжности ТС в целях анализа выполнения требований по безотказности КС.            |    |  | 4  |  |  |  |    |  |
| 11. выполнение домашнего задания, изучение теоретического материала                                                                         |    |  |    |  |  |  | 72 |  |
| Всего                                                                                                                                       | 18 |  | 18 |  |  |  | 72 |  |

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Синопальников В. А., Григорьев С. Н. Надежность и диагностика технологических систем: учебник для студентов вузов(Москва: Высшая школа).
2. Патраев В.Е. Надежность и диагностика технологических систем: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...15.04.05.02 Технологии космических аппаратов](Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Не предусмотрено
- 2.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Не предусмотрено

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для осуществления образовательного процесса необходимы учебные аудитории, укомплектованные учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации обучающимся:

- экраном с проекционной установкой;
- интерактивной доской;
- считывающим устройством для передачи информации в компьютер;
- мультимедийным проектором и другими информационно-демонстрационными средствами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету.